

ANÁLISIS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA GESTION DE INVENTARIO DE
REPUESTOS PARA MAQUINARIA Y EQUIPO DE LA EMPRESA SP
INGENIEROS SAS

FABIO ALEXANDER CASTRO ORDUZ
JUAN LUCIANO GOMEZ LOPEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTADER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECANICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2014

ANÁLISIS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA GESTION DE INVENTARIO DE
REPUESTOS PARA MAQUINARIA Y EQUIPO DE LA EMPRESA SP
INGENIEROS SAS

FABIO ALEXANDER CASTRO ORDUZ
JUAN LUCIANO GÓMEZ LÓPEZ

Monografía de Grado presentada como requisito para optar al título de
Especialista en Gerencia de Mantenimiento

Director
CARLOS ENRIQUE RUIZ
Ingeniero de Producción

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTADER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECANICA
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE MANTENIMIENTO
BUCARAMANGA
2014

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a Dios por ayudarme y acompañarme siempre y permitirme culminar esta especialización, a mi esposa, a mi hija, a mi padre (Q.E.P.D), a mi madre, mis hermanos, mi sobrino y mis suegros por su colaboración y apoyo incondicional.

Fabio Alexander Castro Orduz

A Dios que con su fuerza nos impulsa cada día para alcanzar nuestras metas.

A mi esposa y a todos aquellos que con su apoyo hicieron posible alcanzar este logro.

Juan Luciano Gómez López

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. INVENTARIOS	15
1.1 DEFINICION DE INVENTARIOS.....	15
1.2 TIPOS DE INVENTARIOS.....	15
1.2.1 La clasificación ABC.....	16
1.2.2 Puntos de reorden.....	18
1.2.3 Cantidad a pedir (cantidad económica de pedido EOQ).	18
2. DESCRIPCION DEL PROYECTO	19
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
2.2 OBJETIVOS.....	20
2.2.1 Objetivo general	20
2.2.2 Objetivos específicos	20
2.3 JUSTIFICACIÓN.....	21
3. COSTO DE LOS INVENTARIOS	22
3.1 LA ADMINISTRACIÓN DE LOS INVENTARIOS.	22
3.2 COSTOS ASOCIADOS A LOS INVENTARIOS.....	23
3.2.1 Costos de adquisición	25
3.2.2 Costos de mantener inventario	26
3.2.3 Costos por falta de existencias	27
3.3 ¿QUÉ NIVEL DE INVENTARIOS MANTENER?	28
3.4 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE INVENTARIOS DE SEGURIDAD PARA ÍTEMS INDIVIDUALES.	29
4. PRONOSTICO DE INVENTARIOS	30
4.1 PRONÓSTICOS DE INVENTARIOS.	30
4.2 CLASIFICACIÓN DE MATERIALES POR PARETO O "ABC".....	32
4.3 CLASIFICACIÓN PUSH Y PULL	35

4.3.1	Control de inventarios por incrementos (push).....	36
4.3.2	Control básico de inventarios por demanda (pull)	39
4.4	NIVEL DE SERVICIO	42
4.5	PUNTO DE REORDEN	43
4.6	LA SOLUCIÓN DEL JIT.....	44
4.7	FORMAS DE REVISIÓN DEL NIVEL DE INVENTARIO	44
4.8	TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL.....	45
5.	METODOLOGIA.....	47
5.1	ANALISIS DE RESULTADOS.	48
5.2	APLICACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN ABC.....	48
5.2.1	Análisis y procesamiento de los Items A:.....	50
6.	CONCLUSIONES.....	56
7.	RECOMENDACIONES.....	57
	BIBLIOGRAFIA.....	58
	ANEXOS.....	59

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Pasos propuestos para el control de inventario.	47
Tabla 2. Cantidad, costo y peso de cada una de los grupos de Inventario:.....	48
Tabla 3. Items Tipo A:.....	49
Tabla 4. Items Tipo B y C:	49
Tabla 5. Resultados al eliminar Items B y C:	49
Tabla 6. Datos de consumos durante 39 meses del artículo 010980	51
Tabla 7. Item que componen la Clasificación A de nuestro ABC.....	53
Tabla 8. Resultado final y estado ideal del inventario	54

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Control de inventarios y sistemas de pronósticos de acuerdo con la clasificación.....	17
Figura 2. Equilibrio de los costos asociados (pertinentes) a inventarios con la cantidad de pedido.....	24
Figura 3. Diferencias PUSH versus PULL	36
Figura 4. Parámetros relevantes en reposición Pull.....	40
Figura 5. Modelo de control básico de inventarios de demanda (pull) para una parte de reaprovisionamiento.....	44
Figura 6. Comparación entre los sistemas de revisión continua y periódica.....	45
Figura 7. Suavización de los datos de consumo para artículo 010980	51
Figura 8. Datos, gráfica y función estimación lineal ítem 010980	53

LISTA DE ANEXOS

Pag.

Anexo A.Tablas de Inventario, análisis de Pareto (ABC), media móvil y puntos de reorden. Esta información corresponde a los 8.118 items que conforman el inventario.	59
---	----

RESUMEN

TITULO: ANÁLISIS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA GESTION DE INVENTARIO DE REPUESTOS PARA MAQUINARIA Y EQUIPO DE LA EMPRESA SP INGENIEROS SAS*

AUTORES: FABIO ALEXANDER CASTRO ORDUZ
JUAN LUCIANO GÓMEZ LÓPEZ**

PALABRAS CLAVES: INVENTARIOS, CLASIFICACIÓN, COSTOS, ANÁLISIS ABC, PARETO, NIVEL DE SERVICIO, PUNTO DE REORDEN.

CONTENIDO: En esta monografía se realiza un breve recorrido por la teoría de inventarios, que sirven como base para explicar el análisis que se hace del estado de los inventarios de mantenimiento de la empresa SP Ingenieros SAS. Una empresa dedicada al movimiento de tierra y obras de infraestructura cuyo activo principal además del recurso humano es su maquinaria y equipo con el que se desarrollan los diferentes proyectos en el sector público y privado.

El grupo de inventarios de mantenimiento está dividido en cuatro grandes grupos que son: Repuestos (REP), Llantas (LLV), Filtros (FIL) y Lubricantes (LUB) cuyo Stock al momento de este análisis se compone de 8.118 Items, 23.074 unidades por un valor total de \$2.381.147.080.

Teniendo en cuenta que este inventario nunca ha sido analizado, que su valor se considera bastante alto y que existen piezas que llevan largos periodos de tiempo almacenada (más de 5 años), se decide hacer un estudio, que pueda mostrar su estado, identificar los ítems críticos y los que no, este estudio se realiza aplicando la teoría de análisis ABC, donde se clasifican en: muy importantes, importantes y poco importantes. El resultado se utiliza para poder determinar que ítem mantener, niveles óptimos a conservar e inventarios de los que debe salir la empresa, valor ideal de inventarios y puntos de reorden.

Con este trabajo se logrará dar movilidad y dinámica a las existencias en inventario reduciendo el costo de este y manteniendo la disponibilidad necesaria de manera que se garantice el nivel de servicio que se requiere para mantener la disponibilidad del equipo.

* Monografía

** Facultad de ingenierías Físico – Mecánicas. Especialización en Gerencia de Mantenimiento.
Director: Carlos Enrique Ruiz, Ingeniero de Producción

SUMMARY

TITLE: ANALYSIS FOR IMPROVING THE MANAGEMENT OF INVENTORY PARTS FOR MACHINERY AND EQUIPMENT COMPANY ENGINEERS SP SAS*

**AUTHORS: FABIO ALEXANDER CASTRO ORDUZ
JUAN LUCIANO GÓMEZ LÓPEZ ****

KEYWORDS: Inventory, classification, materials, Pareto, service level, reorder point, costs

SUBJECT OR DESCRIPTION: This monograph presents a brief overview of the inventory theory as a first step to explain the analysis of the current situation that represents the process inventory in the SP Ingenieros SAS enterprise. The main objective in this Enterprise is the land movement and infrastructure work, which main assets is the human resource and the equipment with which they make different projects in the public and private sector.

The distributing inventory group is divided into four groups, they are: Replacements (REP), Tires (LLV), Filters (FIL) and Lubricants (LUB) whose existence in the analysis moment consists of 8.118 items, 23.074 units, with a cost of \$2.381.147.080.

Bearing in mind that this inventory has never been analyzed, that its value is considered very high and there are many pieces that have been stored over five years, it was decided to do an analysis that shows its state, identifying the critical items. This analysis is doing through analysis of the ABC theory, where the existences are classified in: very important, important and unimportant. The result is used to determinate which items would be kept, the optimal levels to store, inventory to remove, the ideal value of existences and reorder points.

With this monograph will be achieved, the mobility and dynamic given to the existences in the inventory, reducing costs and keeping availability necessary. So that we can guarantee the service level that is required to keep the availability of the equipment.

* Monograph

**School of Mechanical Engineering. Maintenance Management Specialization. Director: Carlos Enrique Ruiz, Ingineer Production.

INTRODUCCIÓN

La administración de los inventarios es uno de los problemas típicos para la mayoría de las empresas, por ejemplo, la existencia de excesos y de faltantes, las fluctuaciones aleatorias de la demanda, los tiempos de reposición, son causas fundamentales para la necesidad del mantenimiento de inventarios en cualquier empresa. El inventario representa una inversión significativa de capital para la mayoría de las empresas; congela los fondos de dinero que podrían haberse utilizado de manera más productiva en alguna otra parte.

La gestión de inventarios tiene como objetivos, bajar los costos de almacenamiento, elevar el nivel de servicio o disponibilidad, manejo de repuestos críticos de maquinaria y equipo, establecer márgenes de costo total de inventario, puntos de reorden y tiempos máximos de los artículos dentro del inventario.

Para dar inicio al control de inventarios en la empresa y teniendo en cuenta que no se ha realizado ninguna tarea de análisis o de gestión sobre ellos, como primera etapa se dará una visión del estado de dichos inventarios y se propondrán medidas que impacten en la reducción de las cantidades y el costo de los artículos almacenados. Esto se logra desarrollando secuencialmente las siguientes actividades; Obtener el inventario Físico, Determinación del Costo Actual del Inventario, Estructuración y Análisis de la Información, Determinar las acciones que se deben implementar, Proyección en tiempo, costo y volumen del inventario.

Con la aplicación del análisis de materiales por Pareto o "ABC" se jerarquiza los productos o insumos acorde a la cantidad de unidades usadas y al precio de las mismas. Luego de esto se realiza un estudio a través de la herramienta "Media Móvil" en Excel, realizamos una suavización de los datos de consumo para cada artículo, de manera que se pueda mejorar la correlación entre ellos y poder buscar una tendencia lineal que nos de la proyección para los siguientes meses de los

artículos que hacen parte de la Clasificación A. Con la obtención de esta proyección se calcula la cantidad óptima de pedido y también el punto de reorden.

1. INVENTARIOS

1.1 DEFINICION DE INVENTARIOS

Los Inventarios son bienes tangibles que se tienen para la venta en el curso ordinario del negocio o para ser consumidos en la producción de bienes o servicios para su posterior comercialización.

Los inventarios comprenden, además de las materias primas, productos en proceso y productos terminados o mercancías para la venta, los materiales, repuestos y accesorios para ser consumidos en la producción de bienes fabricados para la venta o en la prestación de servicios, empaques, envases y los inventarios en tránsito. La base de toda empresa comercial es la compra y venta de bienes o servicios; de aquí la importancia del manejo del inventario por parte de la misma.

En el campo de la gestión empresarial, un inventario registra el conjunto de todos los bienes propios y disponibles para la venta a los clientes, considerados como activo corriente. Los bienes de una entidad empresarial que son objeto de inventario son las existencias que se destinan a la venta directa o aquellas destinadas internamente al proceso productivo como materias primas, productos inacabados, materiales de embalaje o envasado y piezas de recambio para mantenimiento que se consuman en el ciclo de operaciones¹.

1.2 TIPOS DE INVENTARIOS

¹ FERNANDEZ, Oscar. Mantenimiento industrial. [consultado marzo de 2014]. Disponible en: <<http://oscarbuap.blogspot.com/2008/09/inventarios.html>>

A la hora de plantear alternativas, para emprender el análisis de la gestión de inventarios, se pueden plantear varias opciones: desde la óptica del tipo de demanda, a partir de la filosofía de manejo que se le dé a distintas referencias (push o pull), mediante el control individual y preciso de cada referencia (técnica de abajo hacia arriba), por administración de categorías de productos (conjunto de referencias) (se le denomina también de arriba hacia abajo) y por gestión de múltiples puntos de almacenamiento en diferentes territorios bajo un sistema de información integrado, en tiempo real.

1.2.1 La clasificación ABC. Es la clasificación de los productos que se demandan acorde al grado de importancia de los mismos, esto se realiza mediante una clasificación ABC, derivada del principio de Pareto hecho por Wilfredo Pareto.

Para definir cuáles ítems deben formar parte de cada clase (A, B o C), se escoge un porcentaje de mayor a menor, de acuerdo al orden secuencial dado por la mayor utilización de los ítems. De acuerdo con Silver et al. (1998), Usualmente los ítems clase A constituyen del 5 al 10% de los primeros ítems dentro de la clasificación, contando por más del 50% del valor total de las ventas anuales; los ítems clase B constituyen más del 50% del total de ítems, contando por casi el 50% restante del valor anual; y los ítems clase C constituyen el resto, contando por una pequeña parte del total de la inversión en inventario. Algunos autores difieren en la proporción de ítems clase B y C, como por ejemplo Wild (1997), quien recomienda una distribución alrededor de los siguientes valores:

Ítems Clase A = 10% del total de ítems, con alrededor del 65% del total de ventas;

Ítems Clase B = 20% del total de ítems, con alrededor del 25% del total de ventas;

Ítems Clase C = 70% del total de ítems, con alrededor del 10% del total de ventas.

La decisión final sobre estos porcentajes depende de cada caso en particular y de las capacidades de computación que se tengan para el control de cada tipo de ítem².

Figura 1. Control de inventarios y sistemas de pronósticos de acuerdo con la clasificación.

ABC [Fuente: Diseñada con base en Wild (1997), pág. 33, 41 y 161]		
CARACTERÍSTICAS	POLÍTICAS DE CONTROL	MÉTODOS DE CONTROL
<ul style="list-style-type: none"> • Ítems clase A (los más importantes) • Relativamente pocos ítems • El mayor porcentaje del volumen de ventas (en \$) 	<ul style="list-style-type: none"> • Control estricto con supervisión personal • Comunicación directa con la administración y los proveedores • Aproximación a Justo a Tiempo y stock balanceado • Cubrimiento de existencias entre 1 y 4 semanas 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo frecuente o continuo • Registros precisos • Pronósticos con suavización exponencial doble • Políticas basadas en el nivel de servicio al cliente
<ul style="list-style-type: none"> • Ítems clase B • Ítems importantes • Volumen de ventas (en \$) considerable 	<ul style="list-style-type: none"> • Control clásico de inventarios • Administración por excepción • Cubrimiento de existencias entre 2 y 8 semanas 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de control computarizado clásico • Pronósticos con suavización exponencial simple • Reporte por excepciones
<ul style="list-style-type: none"> • Ítems clase C • Muchos ítems • Bajo volumen de ventas (en \$), pocos movimientos o ítems de muy bajo valor unitario 	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisión mínima • Pedidos bajo orden • Tamaños de orden grandes • Políticas de cero o de alto inventario de seguridad • Cubrimiento de existencias entre 3 y 20 semanas 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de control simple • Promedio móvil (aceptar el pronóstico) • Evitar agotados y exceso de inventario • Larga frecuencia de órdenes • Sistema automático

Fuente: VIDAL HOLGUÍN, Carlos Julio - Fundamentos de control y gestión de inventarios. Santiago de Cali, Programa Editorial. Universidad del Valle, 2010. p41

La figura 1 presenta las características del manejo de ítems clase A, B o C. Obviamente estas son sugerencias generales, ya que la decisión final depende del caso específico del sistema bajo estudio.

² VIDAL HOLGUÍN, Carlos Julio - Fundamentos de control y gestión de inventarios. Santiago de Cali, Programa Editorial. Universidad del Valle, 2010. p 009.

1.2.2 Puntos de reorden. Nivel de inventario de un artículo que señala la necesidad de realizar una orden de reabastecimiento. El punto de reorden es la suma de la demanda de tiempo de entrega y las existencias de seguridad. El cálculo de un punto de reorden optimizado generalmente incluye al tiempo de entrega, el pronóstico de la demanda y el nivel de servicio.

El concepto que aquí describimos con el nombre de punto de reorden también es conocido como ROP, nivel de reorden o nivel de disparo.

El punto de reorden es un concepto importante no solo para la optimización del inventario, sino también para su automatización. De hecho, la mayoría de los ERP (Enterprise Resource Planning) y los software de gestión de inventario asocian un ajuste de punto de reorden a cada artículo para ofrecer cierto grado de automatización en la gestión del inventario³.

1.2.3 Cantidad a pedir (cantidad económica de pedido EOQ). La EOQ es la cantidad de la orden pendiente para el reabastecimiento que minimiza los costes de inventario totales. La orden pendiente se desencadena cuando el nivel de inventario llega al punto de reorden. La EOQ se calcula para minimizar una combinación de costes, como el coste de compra (que puede incluir descuentos por volumen), el coste de almacenaje de inventario, el coste de ordenamiento, etc. La optimización de la cantidad de orden es complementaria a la optimización de las existencias de seguridad, que se centra en encontrar el umbral óptimo para desencadenar la reorden⁴.

³ VERMOREL Joannès, enero del 2012 [consultado marzo de 2014]. Disponible en <http://www.lokad.com/es/definicion-punto-de-reorden>

⁴ VERMOREL Joannès, enero del 2012 [consultado marzo de 2014]. Disponible en <http://www.lokad.com/es/cantidad-economica-orden-definicion-y-formula>

2. DESCRIPCION DEL PROYECTO

2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

SP Ingenieros SAS es una empresa que nace en la ciudad de Medellín en los años 80's y se dedica al movimiento de tierras, construcción de vías y minería.

En la actualidad presta sus servicios a empresas del sector de infraestructura petrolera en Casanare y Meta, además de hacer parte de consorcios para la ejecución de algunos contratos con entidades del sector público como INVIAS y EPM. Su oficina administrativa se encuentra en la ciudad de Medellín y su base operativa se encuentra en la ciudad de El Yopal, siendo en este sitio donde se encuentra la bodega principal de repuestos de maquinaria y equipo y es aquí donde se encuentra la totalidad del inventario objeto de estudio en esta Monografía.

A través del tiempo y con el aumento en la asignación de contratos y por ende de la flota de maquinaria y equipos en la empresa SP Ingenieros SAS el inventario de repuestos ha crecido de manera desmesurada en número de artículos y costo, alcanzando niveles críticos. Se tienen piezas de alto costo con rotaciones muy bajas (o nulas), piezas nuevas y en deterioro creciente por deficientes condiciones de almacenamiento y falta de parámetros estructurados de compra, tasas de rotación y manejo adecuado de proveedores.

En la actualidad se tienen en inventario repuestos de alto costo como piezas de rodaje de excavadoras y tractores que hacen parte de este desde por lo menos 5 años.

Factores como los mencionados, afectan directamente el incremento en los costos de mantenimiento, debido, además del costo de los repuestos en Stock, a la poca

agilidad en las gestiones de entrega de repuestos y por ende en la ejecución de las OT's, sobrecostos debido a la repetición en los pedidos, compras y muchos más.

2.2 OBJETIVOS

2.2.1 Objetivo general. Generar una propuesta que defina el manejo que debe tener del inventario de repuestos críticos de maquinaria y equipo, estableciendo márgenes de costo total de inventario, puntos de reorden y tiempos máximos de los artículos dentro del inventario.

2.2.2 Objetivos específicos

- Realizar un análisis detallado por medio de una o más herramientas estadísticas que permitan determinar los puntos (artículos) críticos del inventario de repuestos en costo y volumen.
- Determinar los puntos de reorden para los artículos críticos, permitiendo controlar los procesos de compra y cantidades en existencia.
- Detectar todos aquellos artículos que son obsoletos por su deterioro, baja rotación o que ya no se requieren para que sean retirados del inventario.
- Hallar el valor óptimo del inventario de manera que se pueda tener un control de costos sobre este, pero manteniendo la disponibilidad de recursos adecuada para la operación del equipo.
- Ampliar la función de software de pronóstico de inventario de manera automática o manual para que genere parámetros óptimos, puntos de reorden y pronósticos de demanda.

2.3 JUSTIFICACIÓN

Debido al crecimiento de la empresa SP Ingenieros SAS y en su defecto la flota de equipos, el costo y el volumen del inventario de repuestos ha venido en aumento continuo y descontrolado, ya que no se tiene una estructura ni un control adecuado del uso, rotación y compra de los repuestos e insumos que se requieren para en el área de mantenimiento. El incremento de este Stock ha llevado al aumento de los costos administrativos para el cuidado y manejo de este inventario, aumento del espacio de almacenamiento, deterioro de algunas piezas por control deficiente en su almacenamiento.

Se tienen piezas en stock que llegan a ser el 15% del valor total del inventario con rotaciones inferiores a 1 pieza por cada 3 años, se han detectado además repuestos en el stock que no pertenecen a equipos con los que cuente actualmente la empresa, sumado esto a la pérdida de tiempos debido a que las piezas no se encuentran en el momento que se requiere o en algunos casos se encuentran deterioradas por los tiempos prologados y condiciones de almacenamiento deficientes.

El aumento de este inventario es debido básicamente al incremento en la cantidad de equipo, el ingreso al parque de maquinaria de diferentes marcas, equipo para nuevas funciones, a la falta de una estructura que jerarquice los diferentes repuestos, que determine su rotación, su facilidad de adquisición y a una supervisión continua del proceso.

3. COSTO DE LOS INVENTARIOS

Las cantidades excesivas de inventario pueden resultar muy costosas. Existen muchas formas de administrar los costos del inventario, incluyendo el modelo de la cantidad económica de ordenar, el inventario justo a tiempo (JIT) y la teoría de restricción. Los tres métodos ofrecen distintas formas de reducir los costos del inventario. El mejor enfoque depende por lo general de la naturaleza tanto de la organización como del inventario mismo.

El inventario representa una inversión significativa de capital para la mayoría de las empresas; congela los fondos de dinero que podrían haberse utilizado de manera más productiva en alguna otra parte. Por lo tanto una administración del inventario efectiva ofrece el potencial para realizar ahorros significativos en costo. Además, la calidad, la ingeniería del producto, los precios, el tiempo extra, el exceso de capacidad, la habilidad para responder a las demandas de los clientes (el incumplimiento con la fecha prometida), los plazos de entrega y la rentabilidad general se ven todos afectados por los niveles del inventario.

3.1 LA ADMINISTRACIÓN DE LOS INVENTARIOS.

La administración de los inventarios es uno de los problemas típicos, por ejemplo, la existencia de excesos y de faltantes⁵. Las causas fundamentales para la necesidad del mantenimiento de inventarios en cualquier empresa son las fluctuaciones aleatorias de la demanda y de los tiempos de reposición ('Lead Times'). Los inventarios también surgen del desfase que existe entre la demanda de los consumidores y la producción o suministro de dichos productos. Se puede, sin embargo, atenuar estas causas mediante una o más de las siguientes estrategias:

⁵ Don R. Hansen y Maryanne M. Mowen – ADMINISTRACION DE COSTOS CONTABILIDAD Y CONTROL – p 929.

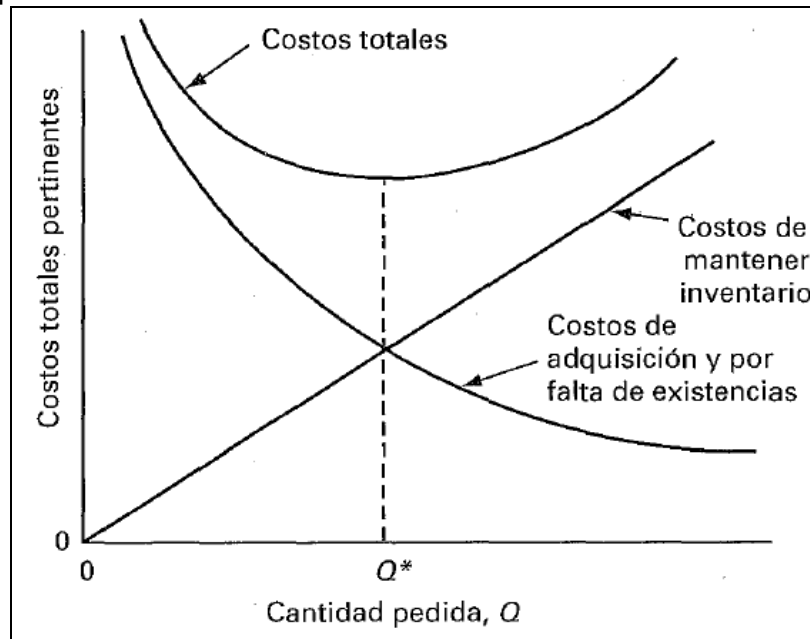
- La obtención de información precisa y en tiempo real sobre la demanda en el punto de consumo. A mayor información disponible oportunamente, la planeación será mucho más fácil y eficaz.
- La consolidación de centros de distribución y bodegas para aumentar los volúmenes de demanda por instalación, ya que más altos volúmenes de demanda conducen generalmente a menores niveles de variabilidad de la misma.
- La estandarización de productos para evitar el mantenimiento de inventarios de una gran diversidad de ítems que sólo difieren en aspectos menores de forma, color, condición, etc. Las características finales del producto pueden ser implementadas en el momento de recibir las órdenes de los clientes. (Principio de posposición de forma).
- El mejoramiento de los sistemas de pronósticos de demanda a través de técnicas estadísticas de reconocida eficacia.
- El mejoramiento de alianzas y de sistemas de comunicación con proveedores y clientes para la reducción de Lead Times.
- La emisión de órdenes conjuntas para diversos grupos de ítems con el objeto de balancear su inventario y la consolidación de despachos desde (hacia) diversas localidades, a través de técnicas como el 'cross-docking'. (Principio de posposición de tiempo)
- La reducción de demoras y Lead Times a lo largo de toda la cadena de abastecimiento, incluyendo los tiempos de tránsito en los sistemas de transporte.
- Implementar estrategias JIT (justo a tiempo) para reducir el costo del inventario⁶.
- Implementación de la clasificación ABC para establecer prioridades de administración y diferenciar los sistemas de control de ítems en cada categoría.

3.2 COSTOS ASOCIADOS A LOS INVENTARIOS

⁶ Don R. Hansen y Maryanne M. Mowen – ADMINISTRACION DE COSTOS CONTABILIDAD Y CONTROL –p 937.

Para determinar la política de inventarios son importantes tres clases generales de costos: Costos de adquisición, costos de manejo y costos por falta de existencias. Estos costos están en conflicto, o en equilibrio entre sí.

Figura 2. Equilibrio de los costos asociados (pertinentes) a inventarios con la cantidad de pedido.



Fuente: BALLOU, Ronald H - Logística Administración de la cadena de suministro, Quinta edición, México, PEARSON EDUCACIÓN, 2004. 337 p

3.2.1 Costos de adquisición. Los costos asociados con la adquisición de bienes para el reaprovisionamiento del inventario, a menudo son una fuerza económica importante que determina las cantidades de reorden. Cuando se coloca un pedido de reaprovisionamiento de existencias, se incurre en un número de costos relacionados con el procesamiento, ejecución, transmisión, manejo y compra del pedido. Más específicamente, los costos de adquisición pueden incluir el precio (o costo de manufactura) del producto para varios tamaños de pedidos; el costo por establecimiento del proceso de producción; el costo de procesar un pedido a través de los departamentos de contabilidad y compras; el costo de transmitir el pedido al punto de suministro, normalmente usando medios de correo o electrónicos; el costo de transportar el pedido cuando los cargos por transporte no están incluidos en el precio de los artículos comprados; y el costo de cualquier manejo o procesamiento de materiales de los artículos en el punto de recepción. Cuando la empresa se autosumministra, como en el caso de reabastecimiento de una fábrica, sus propios inventarios de artículos terminados, los costos de adquisición se alteran para reproducir los costos de ejecución de la producción. Los costos de transportación pueden no ser relevantes, si está en efecto una política de fijación de precios incluido el reparto.

Algunos de los costos de adquisición se fijan por orden y no varían con el tamaño de la orden. Otros, como el transporte, la manufactura y los costos por manejo de materiales, varían según el grado del tamaño de la orden. Cada uno requiere ligero tratamiento analítico diferente.

3.2.2 Costos de mantener inventario. Los costos de mantener inventario resultan de guardar, o mantener, artículos durante un periodo y son bastante proporcionales a la cantidad promedio de artículos disponibles. Estos Costos pueden ser considerados en cuatro clases: costos de espacio, costos de capital, costos de servicio de inventario y costos de riesgo de inventario.

- **Costos de espacio.** Los costos de espacio son cargos hechos por el uso de volumen dentro del edificio de almacenamiento. Cuando este espacio es rentado, las tasas de almacenamiento se cargan normalmente por peso durante un periodo, por ejemplo, \$/Kg/mes. Si el espacio se posee de manera privada o por contrato, los costos de espacio se determinan mediante la distribución de los costos de operación relacionados con el espacio (como calefacción y luz), así como los costos fijos, como costos de equipo del edificio y del almacenamiento sobre una base de volumen almacenado. Los costos de espacio son irrelevantes cuando se calculan los costos de manejo para inventarios en tránsito.

- **Costos de capital.** Los costos de capital se refieren al costo del dinero en conexión con el inventario. Este costo puede representar más del 80% del costo total de inventario, aunque es el más intangible y subjetivo de todos los elementos del costo de manejo. Hay dos razones para esto. Primero, el inventario representa una mezcla de activos de corto y de largo plazo, ya que algunas existencias pueden atender necesidades estacionales y otras se tienen para satisfacer patrones de demanda de más largo plazo. Segundo, el costo de capital puede variar desde la tasa de interés preferencial hasta el costo de oportunidad de capital.

El costo exacto de capital para los propósitos de inventario se ha debatido durante algún tiempo. Muchas empresas usan su costo promedio de capital, en tanto que otras usan la tasa promedio de recuperación requerida de las inversiones de la compañía. Se ha sugerido que la tasa de superación es más precisa para reflejar el costo verdadero de capital. La tasa de superación es la tasa de rendimiento de las inversiones más lucrativas que la empresa no acepta.

- Costos de servicio de inventario. Los seguros y los impuestos también son una parte de los costos de mantener inventarios, porque su nivel depende en gran medida de la cantidad de inventario disponible. La cobertura del seguro se maneja como una protección frente a pérdidas por incendios, tormentas o robo. Los impuestos de inventario son cargados a los niveles de inventario hallados el día del cálculo. Aunque el inventario en el momento del cálculo de impuestos sólo refleja el nivel promedio de inventario experimentado a través del año, los impuestos por lo general representan sólo una pequeña porción del costo total de manejo. Las tasas de impuestos están disponibles fácilmente en los registros de contabilidad o públicos.
- Costos de riesgo de inventario. Los costos relacionados con deterioro, pérdida (robo), daño u obsolescencia conforman la categoría final de los costos de mantener inventario. Durante el mantenimiento de los inventarios, cierta parte de las existencias podrán contaminarse, dañarse, deteriorarse, o ser robadas, o de otra manera podrán estar inservibles o no disponibles para la venta. Los costos relacionados con dichas existencias pueden estimarse como pérdida directa del valor del producto, como el costo de trabajar de nuevo el producto, o como el costo de suministrarlo desde una ubicación secundaria.

3.2.3 Costos por falta de existencias. Se incurre en costos por falta de existencias cuando se coloca un pedido pero éste no puede surtirse desde el inventario al cual está normalmente asignado. Hay dos tipos de costos por falta de existencias: costos por pérdidas de ventas y costos por pedido pendiente. Cada uno presupone ciertas acciones por parte del cliente, y dada su naturaleza intangible, son difíciles de medir con precisión.

- Un costo por pérdida de ventas ocurre cuando el cliente, ante una situación de falta de existencias decide cancelar su requisición del producto. El costo es el beneficio que se habría obtenido de esta venta en particular y puede incluir,

además, un costo adicional por el efecto negativo que el estar sin existencias pueda tener en ventas futuras

- El costo de pedido pendiente ocurre cuando un cliente espera a que su pedido sea surtido, por lo que la venta no está perdida, sólo retrasada. Los pedidos pendientes pueden crear costos adicionales de personal y de ventas por el procesamiento de los pedidos, y costos adicionales de transporte y manejo cuando tales pedidos no se surten a través del canal normal de distribución. Estos costos son tangibles, por lo que calcularlos no es demasiado difícil. También puede producirse el costo intangible de pérdida de ventas futuras. Este costo es muy difícil de calcular⁷.

3.3 ¿QUÉ NIVEL DE INVENTARIOS MANTENER?

Algunos factores por los cuales los inventarios tienen una importancia fundamental para el funcionamiento de las organizaciones, desde el punto de vista de la gestión administrativa y de la competitividad de la empresa son los siguientes⁸:

- Una gran proporción de los activos corrientes de las empresas está representada en inventarios.
- El mantenimiento y manejo de los inventarios es costoso para las organizaciones.
- El manejo de los inventarios tiene un impacto significativo en la gestión administrativa, ya que afecta directamente a los estados financieros de la empresa, como son el balance general y el estado de pérdidas y ganancias. Igualmente, algunos indicadores de eficiencia importantes pueden verse significativamente afectados, tales como la relación entre activos corrientes y pasivos corrientes, y el Retorno sobre la Inversión (ROI). Narasimhan et al. (1996) presentan, por ejemplo, la siguiente expresión para el cálculo del ROI: ².

⁷ BALLOU, Ronald H - Logística Administración de la cadena de suministro, Quinta edición, México, PEARSON EDUCACIÓN, 2004. p 340.

⁸ VIDAL HOLGUÍN, Carlos Julio - Fundamentos de control y gestión de inventarios. Santiago de Cali, Programa Editorial. Universidad del Valle, 2010. p 4.

$$ROI = \frac{\textit{Ventas} - \textit{Costo de los productos vendidos}}{\textit{Existencias físicas} + \textit{Cuentas por cobrar} + \textit{Inventario}}$$

Claramente se observa la influencia del nivel de inventario sobre este indicador de eficiencia, el cual es muy comúnmente utilizado por la administración.

3.4 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE INVENTARIOS DE SEGURIDAD PARA ÍTEMS INDIVIDUALES.

Dada la variabilidad de la demanda, es imposible garantizar que todos los pedidos sean satisfechos con el inventario a la mano. Si por ejemplo la demanda es inusualmente alta, deben darse acciones de emergencia para satisfacerla. Si por el contrario la demanda resulta ser muy baja, se puede entonces presentar un exceso de inventario. El arte del control de inventarios consiste en balancear estos dos extremos de tal forma que se tenga el nivel de servicio adecuado al cliente, con el mínimo costo total posible. Dentro de este control, la determinación de los inventarios de seguridad es precisamente un punto fundamental.

4. PRONOSTICO DE INVENTARIOS

Con el estudio y aplicación de las siguientes metodologías se propondrán las soluciones para los objetivos específicos planteados.

4.1 PRONÓSTICOS DE INVENTARIOS.

Los pronósticos como tal, tienen infinitas aplicaciones en el mundo empresarial social e institucional; ejemplos de ello son las finanzas, las ventas, la confiabilidad de equipos, la demografía y sobre todo la demanda, en especial cuando esta afecta los inventarios de materias primas, productos en proceso, bienes o servicios terminados, repuestos e insumos de ingeniería o mantenimiento.

En este caso específico de inventarios, un buen pronóstico es la puerta de entrada para un manejo adecuado y óptimo de los mismos, los cálculos que se usan para el control y manejo de inventarios, requieren de los estimados o pronósticos, de allí su importancia.

Los inventarios pueden aparecer por dos razones: uno porque el sitio de fabricación esté demasiado lejos del punto de demanda (espacio) y dos, porque la velocidad de fabricación sea inferior a la de demanda (tiempo); en ambos casos el problema se atenúa con la existencia de inventarios.

El origen de los inventarios también tiene su inicio en la teoría de restricciones TOC (teoría de restricciones), donde para que un proceso de mayor capacidad no se detenga, frente a uno anterior de menor volumen por unidad de tiempo, requiere de la presencia de un inventario temporal. La planeación, la ejecución y el control de la logística, en la cadena de suministros, necesitan cantidades exactas de la demanda de bienes y/o servicios que manejan, dado que toda la organización de estas etapas, se fundamenta básicamente en las predicciones o pronósticos de demanda.

La programación y operación de los niveles de demanda ejercen una fuerte influencia en los procesos empresariales de mercadeo, finanzas, capacidad de producción, y en general en la estructura de la compañía. Sus estimaciones, acertadas o no, son el origen de los agotados, de los excedentes y de los obsoletos que se producen en forma normal en el manejo de inventarios.

Los pronósticos de demanda se pueden realizar en forma grupal, por categorías de productos o en forma individual por la referencia específica que se desee revisar; es factible también hacerlos en forma geográfica, es decir por localidades, poblaciones, regiones, nacionales o continentales; en general pueden agruparse o desagregarse, en función de las características de la empresa y de sus necesidades organizacionales, de comercialización o producción.

Desde la óptica de los inventarios, pueden existir diversos tipos de demanda: irregular, estándar, regular, etc.; es muy normal encontrar estas definiciones en el argot de inventarios, desde la visión de los métodos futurísticos, toda serie temporal de demanda se puede pronosticar, indiferente de su causa o comportamiento en el tiempo, los modelos AR.I.MA. (Métodos Integrados de Promedios Móviles Autorregresivos) y los clásicos poseen los elementos suficientes de análisis para modelar, en general cualquier tipo de demanda.

Una de las situaciones más típicas que se presenta en la empresas, es que cuentan con cientos de referencias de bienes y/o servicios propensos de ser sometidos a pronósticos, caso en el cual se presenta el dilema de que es muy costoso evaluar las previsiones de todos, aparte de que probablemente no se cuente con la infraestructura propia o por subcontratación para realizar dicha cantidad de pronósticos, aparte de que el tiempo para realizarlos es muy extenso; en esos casos lo que se recomienda es solo desarrollarlos para los productos relevantes (por ejemplo los tipo A de la jerarquización ABC) o de bienes críticos o

estratégicos que la empresa designe. El resto de ellos, se pueden obtener mediante técnicas de transición o turbulencia como las correlaciones, modelos polinomiales o de regresión múltiple, los cuales dan muy buenas aproximaciones, a bajo costo y en tiempo relativamente rápido.

Existen unos productos que se derivan de otros, este caso se denomina de demanda derivada, consiste en que la producción de unos bienes es dependiente de la de otros, por ejemplo en el caso de realizar la planeación de la demanda de los asientos de carrocerías para autobuses, en este evento basta con multiplicar la cantidad de carrocerías solicitadas por el número de asientos que tiene cada una, lo que evidencia una demanda dependiente; cuando en forma contraria, la producción de un bien o servicio se hace para muchos clientes de distinta magnitud, se habla entonces de demanda independiente, pues en nada se relacionan ni dependen, unos clientes de otros.

4.2 CLASIFICACIÓN DE MATERIALES POR PARETO O "ABC".

Un manejo adecuado de los inventarios en cada grupo (Push, Pull) establecido, implica clasificar todos los productos que se demandan acorde al grado de importancia de los mismos, esto se realiza mediante una clasificación ABC, derivada del principio de Wilfredo Pareto, un renacentista del siglo XIX, quien documenta por primera vez la fundamentación de la administración de materiales, el cual es base del análisis ABC y cuyo principio manifiesta que pocos factores son la causa de muchos de los efectos (Bierman y otros,1996).

El principio ABC jerarquiza los productos o insumos acorde a la cantidad de unidades usadas y al precio de las mismas, el concepto del monto económico que representa el consumo durante un período de tiempo es el concepto más importante para definir la categoría A, B o C, de cada ítem o materia prima. En ocasiones se pueden agregar columnas adicionales a las del monto económico de las ventas, tales como valor estratégico, rentabilidad, prioridades desde la óptica

de mercadeo u otra que se considere pertinente, de todas formas es bueno recordar que la Y que se usa en el proceso de columna de jerarquización, que es el valor de la venta, ya incluye de por sí las unidades históricas y presentes demandadas y el valor individual de cada referencia clasificada en el grupo Push, Pull , que se desea categorizar. Se parte de la base de que el esfuerzo logístico se le debe prestar a una cantidad pequeña de referencias que mueven un gran volumen y un alto porcentaje de los artículos de los inventarios, para ello es posible establecer algunas relaciones, entre las más relevantes, existen dos que son las más usadas:

- Árbones recomienda que un 10% de los artículos mueven un 75% de la cantidad utilizada o demandada (tipo A); el siguiente 35% de las referencias representan el 20% del movimiento total del almacén (tipo B) y el 55% restante de los productos solo mueve el 5% de la cantidad total de lo que se utiliza en el inventario (tipo C). (Árbones,1999,70).

- Ronald Ballou expresa que un 20% de las referencias representa al menos el 80% de la cifra que se utiliza en el total del inventario (tipo A), luego el siguiente 30% de los productos trabaja con el 10% de la demanda total (tipo B) y por último el restante 20% de los artículos mueve otro 10% de la cantidad global que se demanda (tipo C) (Ballou,2004b,69-73).

El proceso de clasificación ABC se realiza de la siguiente manera: inicialmente se tabulan los datos reales, luego se ordenan de mayor a menor en Y (porcentaje acumulado de la cantidad monetaria usada en promedio anual o de los últimos 18 meses, que se obtiene de multiplicar el volumen de cada referencia por su precio), posteriormente se calcula X que es la contribución en porcentaje de referencias acumulado (por ejemplo si son 10 referencias, el artículo 1 contribuye con una X de 1/10 igual a 0.1 o al 10%, la referencia 5 con una X del 50%, y así sucesivamente), en seguida se calcula el A (apoyo logístico) con las fórmulas que se dan más adelante.

Una vez se evalúa A y se encuentra que es muy disímil en las diferentes referencias, se puede concluir que no hay una política de jerarquización y de prioridad en el manejo del inventario (cuando el A es similar en todos los artículos, se declara que ya tiene jerarquización con ABC y no requiere cálculos adicionales, a menos que se desee variar el valor de A y por ende la distribución del inventario en cuanto al porcentaje de artículos que representan cierto porcentaje de la demanda global en cada grupo Push, Pull).

El siguiente paso es definir entonces una política para clasificar cada grupo Push, Pull, para lo cual se cuenta con varias opciones, entre ellas resaltan las enunciadas: 10 & 75 de Árbones o 20 & 80 de Ballou u otra razonable, con lo cual estima nuevamente la Y, con X y A conocidas, y de esta forma se clasifican todas las referencias en las tres categorías A B C⁹.

Apoyo Logístico A = $\frac{X*(1-Y)}{(Y-X)}$, con Y como porcentaje acumulado de la cantidad monetaria anual y X como

El porcentaje acumulado de artículos, si se despejan Y y X, quedan así:

$$Y = \frac{X*(1+A)}{(A+X)} = \frac{1+A}{1+\frac{A}{X}}$$

$$X = \frac{A*(Y-1)}{(1-Y)}$$

⁹ MORA GUTIÉRREZ, Luis Alberto - Pronósticos de Demanda e Inventarios. Envigado Antioquia Colombia, editorial Tipografía Grafoprint Ltda, 2009. p 270.

4.3 CLASIFICACIÓN PUSH Y PULL

Una vez se cataloga la importancia de los ítem o referencias en la clasificación ABC, se desarrolla otro paso que sirve para optimizar el manejo y la gestión de los inventarios, él consiste en clasificar las referencias en Push o Pull, en función de la característica que deben cumplir dichos insumos o repuestos en la función de mantenimiento en la compañía y del sistema de reaprovisionamiento que se adopte para reponer el nivel de inventarios deseado en cada ítem.

- Las referencias Push siempre deben estar disponibles en el almacén de repuestos e insumos de mantenimiento, una vez se agota el inventario establecido y llega al nivel de reposición, se pide nuevamente para completar el nivel deseado a mantener permanentemente. Básicamente esta categoría trabaja contra el nivel real del inventario. Su demanda en la mayoría de las veces tiene patrones de conducta algo similares. Sus demandas futuras se calculan a partir de pronósticos por series temporales. Se trabajan cuando se tiene una cantidad inmensa de referencias.
- En forma contraria los artículos Pull solo se piden al proveedor o fabricante cuando son solicitados por mantenimiento, el saldo o remanente que queda como una especie de inventario es solo eso, un residuo de la solicitud anterior, por lo general en este categoría se mantienen los repuestos de escasa demanda o los muy costosos que no implican consecuencias negativas el no mantenerlos en stock, el tiempo de espera del proveedor o denominado lead time aparece como uno de los criterios importantes en este tipo de artículos¹⁰.

¹⁰ MORA GUTIÉRREZ, Luis Alberto - Mantenimiento Industrial Efectivo. Envigado Antioquia Colombia, editorial Coldi, Julio de 2012. p 263.

Figura 3. Diferencias PUSH versus PULL

Síntesis de Diferencias Push versus Pull	
Push	Pull
Trabajan contra un inventario	Trabajan contra producción o pedidos
Se mantienen en stock	No se mantienen en stock
Se calculan a partir de pronósticos	Se estiman a partir de demanda histórica promedio (historia + pronósticos)
Cumplen la prueba del ACF	No cumplen ACF
Sus funciones no son aleatorias	Sus funciones son aleatorias
Los datos se correlacionan entre sí	Los datos no se correlacionan entre sí
Presentan una estructura regular	No presentan una estructura regular
Se usan cuando se tienen múltiples referencias	Se usa para referencias o almacenes especiales
Se piden periódicamente	Se piden solo cuando el nivel llega al ROP
Las cantidades a pedir se calculan con el mayor entre Asignación y EOQ	Siempre se pide el EOQ
Se fabrican continuamente	Solo se piden cuando el cliente los pide
Son estratégicos para las Empresas	No son tan relevantes
Su demanda es permanente	Su demanda es esporádica

Fuente: MORA GUTIÉRREZ, Luis Alberto - Mantenimiento Industrial Efectivo. Envigado Antioquia Colombia, editorial Coldi, Julio de 2012. p 266

4.3.1 Control de inventarios por incrementos (push). En el caso particular de los artículos tipo Push, en ocasiones los lotes de pedidos a los proveedores son mayores que el requerimiento, o la capacidad de fabricación de piezas excede la cantidad solicitada (como el caso contrario que la necesidad está por encima de la capacidad de fabricación) o el poder adquisitivo es superior a la necesidad; en cualquiera de los eventos anteriores se debe hacer una reasignación de las cantidades a solicitar por referencia, la cual se logra al seguir los siguientes pasos por medio del método de Asignación:

- Estimar la demanda para el siguiente período, mediante la técnica de series temporales
- Cuantificar el inventario disponible de la referencia para el período actual
- Calcular el error entre el pronóstico del mes actual y su demanda real
- Asignar el nivel de disponibilidad deseado en las diferentes referencias a estimar el inventario requerido a final del siguiente período

- Determinar los requisitos netos por referencia que se obtienen de adicionar el pronóstico del período siguiente al error de pronóstico del mes anterior
- Establecer los requerimientos netos como la diferencia entre las cantidades
- Distribuir los excesos (o defectos) de los requerimientos netos entre el pronóstico de demanda del siguiente período.
- Asignar las cantidades a solicitar por cada referencia para el siguiente período a partir de los excesos.
- Definir la demanda o requisito específico y establecer el inventario deseado al final del período calculado

La estimación de la cantidad de pedido óptima en las referencias Push, se realiza mediante la aplicación de la siguiente fórmula que optimiza los costos de almacenamiento y manejo del inventario.

Cantidad óptima a pedir, con el mínimo costo para reponer inventarios – EOQ

Costo total de pedir:

$$= \frac{D}{Q} * S + \frac{I * C * Q}{2}$$

Donde:

TC = Costo total pertinente anual en unidades monetarias (um)

Q = tamaño del pedido a realizar para reponer el inventario deseado, de la referencia requerida

D = Demanda anual del artículo en reposición, el cual sucede a una tasa promedio conocida o que se puede pronosticar con series temporales

S = Costo de adquirir, es decir es el costo de lanzar un pedido, en unidades monetarias por pedido

C = Costo de una unidad del artículo en estudio, también se puede definir también como el valor de una unidad de la referencia en reposición, en unidades monetarias por artículo

I = Costo del manejo de la referencia en las bodegas o almacenes, se define normalmente como un porcentaje del valor del artículo, se trabaja en porcentaje costo por año.

El término D/Q es el número de veces que se colocan pedidos de esa referencia en un año

La expresión $Q/2$ representa la cantidad promedio del inventario disponible de la referencia en reposición.

Si se deriva la expresión anterior contra el costo, buscando optimizar el valor para determinar la cantidad óptima Q^* (EOQ) a pedir, se encuentra matemáticamente la expresión¹¹:

Pedido óptimo con al mínimo costo =

$$Q^* = \sqrt{\frac{2 * D * S}{I * C}}$$

El número óptimo de pedidos por año es:

$$N = \frac{D}{Q^*}$$

¹¹BALLOU, Ronald H - Logística Administración de la cadena de suministro, Quinta edición, México, PEARSON EDUCACIÓN, 2004. p 345.

El tiempo óptimo entre pedidos es:

$$T^* = \frac{Q^*}{D}$$

Dado en unidades de tiempo de años.

4.3.2 Control básico de inventarios por demanda (pull). El siguiente paso en los artículos Pull, es determinar el tipo de reaprovisionamiento que se va a utilizar, para así poder establecer las cantidades a pedir y los tiempos en que se deben realizar los pedidos óptimos. Entre los más relevantes están: modelos de revisión continua y periódica, o para sistemas de justo a tiempo.

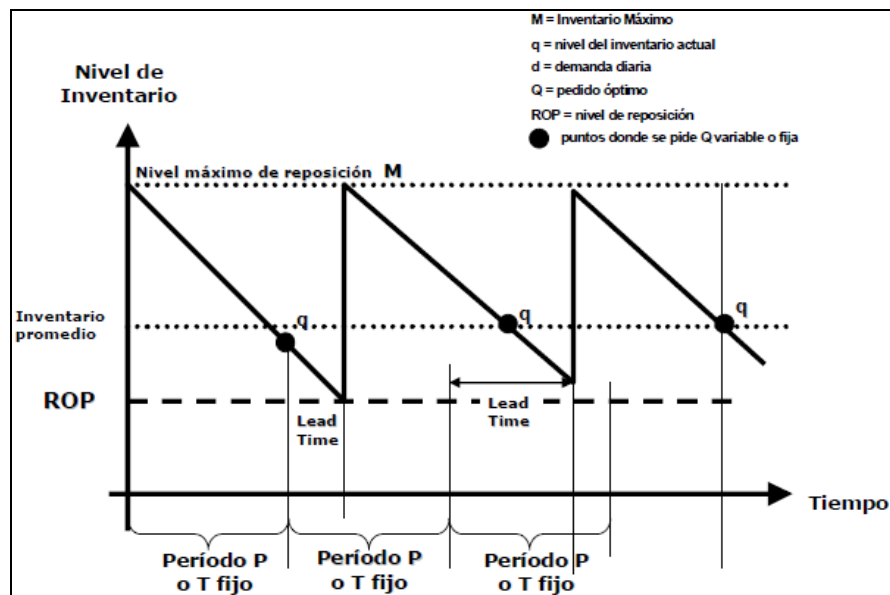
La reposición del inventario en los elementos Pull, establece varias opciones de controlar la gestión o la operación de los inventarios, entre ellas resaltan:

- Sistema Q, se pide una cantidad fija Q en períodos de tiempo variable, es útil para pedidos únicos.
- Sistema P o T, se solicita una cantidad Q variable, con revisión en períodos de tiempo T fijos.
- Sistema R - M (Mínimo - Máximo), el pedido se lanza cuando el inventario al disminuir en el tiempo con la demanda alcanza un valor predeterminado denominado ROP (Nivel de Reaprovisionamiento), la cantidad que se pide (M-q) es la diferencia entre un máximo preestablecido y la cantidad disponible q de ese instante, se garantiza de esta forma que el inventario nunca se debe romper, por debajo del ROP prefijado y calculado.
- Sistema T – R – M, es exactamente igual al anterior R-M, solo que adiciona revisiones en períodos de tiempos constantes T, el pedido se lanza cuando se dé alguna de las dos situaciones (ROP o T) primero que la otra, garantizando aún más la estabilidad del inventario.

Los productos Pull son normalmente establecidos para aquellas categorías de más baja rotación o de uso muy especial, o para algunas bodegas especiales, pero en general en ellos predomina la política de no tener stock del repuesto y solo se piden cuando mantenimiento o producción los pide a compras o a almacén de insumos o repuestos.

El sistema Q con reabastecimiento instantáneo o no, es denominado de control básico y los demás P o T, R – M y T - R - M son conocidos como de control avanzado de inventarios por demanda en Pull.

Figura 4. Parámetros relevantes en reposición Pull



Fuente: MORA GUTIÉRREZ, Luis Alberto - Mantenimiento Industrial Efectivo. Envigado Antioquia Colombia, editorial Coldi, Julio de 2012. p 269.

El proceso Pull tiene en cuenta varios parámetros para definir la cantidad Q a pedir y los tiempos de pedido, entre ellos sobresalen: el costo de salvamento de los excedentes (dado que en Pull solo se pide cuando existe una demanda y dado que los artículos son muy específicos y no son genéricos inutilizables en otros

equipos, lo más seguro es que haya remanentes lo que eventualmente puede generar el excedente) y el lead time o tiempo de espera entre el momento de pedir y recibir el pedido del proveedor. En ocasiones, cuando los repuestos son únicos y no sirven en otros equipos, es importante tener en cuenta, que no deben quedar remanentes que se pierdan; en este para estimar la cantidad a pedir se debe tener en cuenta las siguientes expresiones para dicha estimación¹². La cual garantiza que con la utilidad de los repuestos usados, los que no se utilicen quedan salvados económicamente con la anterior ganancia.

Estimadores de cantidades únicas especiales en Pull:

$$\text{Cantidad única a pedir} = Q^* = P + Z * S_d$$

Donde,

P = Pronóstico calculado de demanda total

S_d = desviación estándar de lo hasta ahora demandado

$$\text{Probabilidad} = \frac{\text{Utilidad unitaria}}{\text{Utilidad unitaria} + \text{Pérdida unitaria}}$$

Utilidad unitaria = Venta (o costo total) - Precio unitario de adquisición

Pérdida unitaria = Precio adquisición unitario del proveedor - Costo de salvamento

Una vez calculada la Probabilidad se encuentra Z en la tabla pertinente de Distribución Normal, el Costo de Salvamento es el precio a que se puede

¹² MORA GUTIÉRREZ, Luis Alberto - Mantenimiento Industrial Efectivo. Envigado Antioquia Colombia, editorial Coldi, Julio de 2012. p 273.

vender o reducir el artículo, para lograr recuperar la inversión o minimizar pérdidas.

4.4 NIVEL DE SERVICIO

El principal objetivo del manejo de inventarios es asegurar que el producto esté disponible en el momento y en las cantidades deseadas. Normalmente, esto se basa en la probabilidad de la capacidad de cumplimiento a partir del stock actual. A esta probabilidad, o tasa de surtimiento del artículo, nos referiremos como el nivel de servicio, y para un único artículo puede definirse como¹³:

$$\text{Nivel de servicio} = 1 - \frac{\text{Numero de unidades agotadas anualmente}}{\text{Demanda anual total}}$$

El nivel de servicio se expresa como un valor entre 0 y 1. Dado que un nivel de servicio objetivo está típicamente especificado, nuestra tarea será controlar el número esperado de unidades agotadas. Veremos que controlar el nivel de servicio de un artículo en particular es fácil de calcular. Sin embargo, con frecuencia los clientes solicitan más de un artículo de una sola vez. Por lo tanto, la probabilidad de surtir todo el pedido del cliente puede ser de mayor preocupación que los niveles de servicio para un solo artículo. Por ejemplo, se supone que se requieren cinco artículos para un pedido donde cada artículo tiene una tasa de surtimiento de 0.95, es decir, sólo 5% de oportunidad de no estar en existencias. Surtir todo el pedido sin ningún artículo que esté fuera de stock sería:

$$0.95 \times 0.95 \times 0.95 \times 0.95 \times 0.95 = 0.77$$

¹³ BALLOU, Ronald H - Logística Administración de la cadena de suministro, Quinta edición, México, PEARSON EDUCACIÓN, 2004. p 336.

La probabilidad de surtir completamente el pedido es algo menor que las probabilidades de los artículos individuales.

4.5 PUNTO DE REORDEN

Es la cantidad a la cual se permite dejar caer el inventario antes de colocar un pedido de reaprovisionamiento. Como en general hay un lapso entre el momento en el que se coloca el pedido y el momento en el que los artículos están disponibles en el inventario, la demanda que ocurre en este tiempo intermedio tiene que anticiparse. El punto de reorden (PRO) es:

$$PRO = d * TE$$

Donde:

PRO = cantidad de punto de reorden, en unidades

d = tasa de demanda, en unidades de tiempo

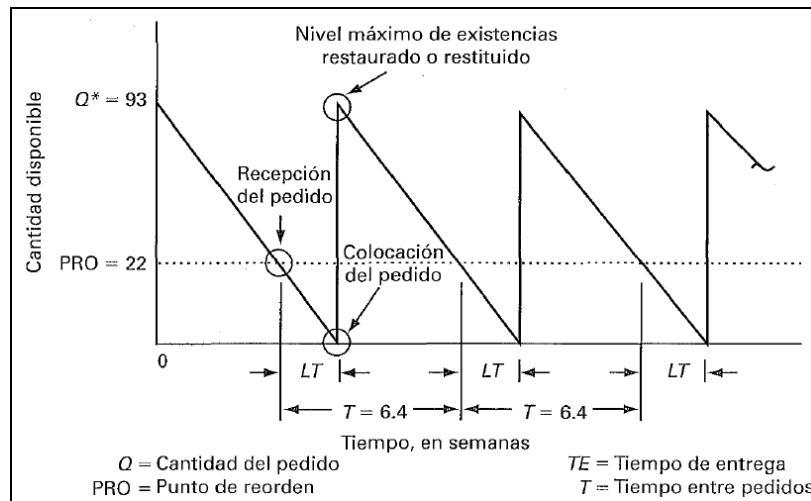
TE = tiempo de entrega promedio, en unidades de tiempo

La tasa de demanda (*d*) y el tiempo de entrega promedio (*TE*) deben expresarse en la misma dimensión de tiempo¹⁴.

Parte de un procedimiento de control básico de inventarios, vemos que surge un patrón con forma de diente de sierra de reducción y reaprovisionamiento de inventarios, como se ilustra en la figura 5:

¹⁴ BALLOU, Ronald H - Logística Administración de la cadena de suministro, Quinta edición, México, PEARSON EDUCACIÓN, 2004. p 346.

Figura 5. Modelo de control básico de inventarios de demanda (pull) para una parte de reaprovisionamiento



Fuente: BALLOU, Ronald H - Logística Administración de la cadena de suministro, Quinta edición, México, PEARSON EDUCACIÓN, 2004. 346 p

4.6 LA SOLUCIÓN DEL JIT

La solución JIT Reducir costos en compras: es negociar contratos a largo plazo con un número reducido de proveedores selectos localizados lo más cerca posible de las instalaciones de producción y establecer una participación más amplia por parte de los proveedores¹⁵.

4.7 FORMAS DE REVISIÓN DEL NIVEL DE INVENTARIO

La revisión del inventario efectivo se enmarca dentro de dos sistemas básicos: la revisión continua y la revisión periódica. Lo que trata de determinarse es el intervalo de tiempo que transcurre entre dos revisiones sucesivas del nivel de inventario efectivo.

En la revisión continua, como su nombre lo indica, teóricamente se revisa el nivel de inventario en todo momento. Sin embargo, obviamente, esto no es posible en la práctica. Lo que se hace, entonces, es revisar el inventario cada vez que ocurre

¹⁵ HANSEN Don R. y MOWEN, Maryanne M - Administración de costos contabilidad y control. México D.F, Cengage learning Editores S.A, Quinta Edición, 2007.-p 941'

una transacción (despacho, recepción, demanda, etc.) y por ello también se le conoce como “sistema de reporte de transacciones”. En los sistemas de revisión periódica, el nivel del inventario se consulta cada R unidades de tiempo. Obviamente, si $R \rightarrow 0$, este sistema se convierte en un sistema de revisión continua¹⁶. La figura 6 compara los dos métodos en forma general.

Figura 6. Comparación entre los sistemas de revisión continua y periódica

REVISIÓN CONTINUA	REVISIÓN PERIÓDICA
<ul style="list-style-type: none"> • Es muy difícil en la práctica coordinar diversos ítems en forma simultánea. 	<ul style="list-style-type: none"> • Permite coordinar diversos ítems en forma simultánea, lográndose así economías de escala significativas.
<ul style="list-style-type: none"> • La carga laboral es poco predecible, ya que no se sabe exactamente el instante en que debe ordenarse. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se puede predecir la carga laboral con anticipación a la realización de un pedido.
<ul style="list-style-type: none"> • La revisión es más costosa que en el sistema periódico, especialmente para ítems de alto movimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • La revisión es menos costosa que en la revisión continua, ya que es menos frecuente.
<ul style="list-style-type: none"> • Para ítems de bajo movimiento, el costo de revisión es muy bajo, pero el riesgo de información sobre pérdidas y daños es mayor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para ítems de bajo movimiento, el costo de revisión es muy alto, pero existe menos riesgo de falta de información sobre pérdidas y daños.
<ul style="list-style-type: none"> • Asumiendo un mismo nivel de servicio al cliente, este sistema requiere un menor inventario de seguridad que el sistema de revisión periódica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Asumiendo un mismo nivel de servicio al cliente, este sistema requiere un mayor inventario de seguridad que el sistema de revisión continua.

Fuente: VIDAL HOLGUÍN, Carlos Julio - Fundamentos de control y gestión de inventarios. Santiago de Cali, Programa Editorial. Universidad del Valle, 2010. – P134

4.8 TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL.

Existen diversos tipos de sistemas de control de inventarios probabilísticos. Los cuatro más comunes se describen a continuación. La notación básica que se utiliza aquí es la siguiente:

¹⁶ VIDAL HOLGUÍN, Carlos Julio - Fundamentos de control y gestión de inventarios. Santiago de Cali, Programa Editorial. Universidad del Valle, 2010. -p 135.

s = Punto de reorden, o sea el nivel de inventario efectivo para el cual debe emitirse una nueva orden;

Q = Cantidad a ordenar en cada orden; y

S = Nivel máximo de inventario hasta el cual debe ordenarse.

Es importante describir los dos tipos más comunes de control de inventarios de ítems individuales. El sistema de control continuo (s, Q) revisa el nivel de inventario continuamente y cuando éste llega a su punto de pedido, s , entonces se ordena una cantidad Q . El sistema de control periódico (R, S) revisa el nivel de inventario cada R períodos de tiempo y ordena una cantidad igual a la diferencia entre un inventario máximo, S , y el inventario disponible en el momento de la revisión. El sistema periódico facilita la coordinación del control de varios ítems, aunque genera inventarios de seguridad ligeramente superiores al sistema continuo, ya que el primero debe responder a las fluctuaciones de demanda durante el tiempo de reposición de los proveedores (Lead Time L) más el tiempo entre revisiones, R , mientras que para el sistema continuo los inventarios de seguridad deben responder sólo sobre el Lead Time L ¹⁷.

¹⁷ VIDAL HOLGUÍN, Carlos Julio - Fundamentos de control y gestión de inventarios. Santiago de Cali, Programa Editorial. Universidad del Valle, 2010. Carlos Julio Vidal Holguín - FUNDAMENTOS DE CONTROL Y GESTIÓN DE INVENTARIOS – 50 p

5. METODOLOGIA

Para dar inicio al control de inventarios en la empresa y teniendo en cuenta que no se ha realizado ninguna tarea de análisis o de gestión sobre el nivel de inventarios, como primera etapa se dará una visión del estado de dichos inventarios y se propondrán medidas que impacten en la reducción de las cantidades y el costo de los artículos almacenados. Esto se logra desarrollando paso a paso lo planteado en la tabla 1.

Tabla 1. Pasos propuestos para el control de inventario.

PASOS	DESCRIPCIÓN
Obtener el inventario Físico	<ul style="list-style-type: none"> - Se debe realizar el inventario para tener definidas las existencias actuales de cada ítem. - Realizar clasificación de los artículos inventariados por grupos de trabajo.
Determinación del Costo Actual del Inventario	<ul style="list-style-type: none"> - Teniendo el inventario organizado, determinar con valores actuales el costo total del inventario y su costo específico por grupos.
Estructuración y Análisis de la Información	<ul style="list-style-type: none"> - Ordenar la información capturada y a través de herramientas de análisis definir los casos críticos; aquellos que representan mayor relevancia; determinando cuales y cuantos son los puntos que se deben atacar para lograr la solución al problema.
Determinar las acciones que se deben implementar	<ul style="list-style-type: none"> - De acuerdo a los resultados que arrojen los análisis de la información recopilada, determinar las fallas o causas de los problemas y de la misma manera generar las acciones que se deben tomar para que cada una de estas fallas sean corregidas. - Es necesario definir cuáles de estas acciones serán inmediatas y corregirán de una vez las fallas. Así mismo cuales de estas acciones deberán ser de implementación continua, garantizando que las condiciones del inventario sean siempre las óptimas.
Proyección en tiempo, costo y volumen del inventario	<p>Partiendo de la corrección de los problemas detectados, realizar una proyección del estado del inventario mostrando las ventajas financieras que se obtendrán especificando el valor de los costos directos e indirectos relacionados a un buen funcionamiento de este mismo inventario.</p>

5.1 ANALISIS DE RESULTADOS.

El Inventario de mantenimiento se encuentra actualmente dividido en cuatro grandes grupos, los cuales son: Repuestos (REP), Filtros (FIL), Lubricantes (LUB) y Llantas (LLV), totalizados en **\$2.381.147.080** como se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla 2. Cantidad, costo y peso de cada una de los grupos de Inventario:

Item	Descrip.	Cant Items	% Cant Items	Cant (exist)	% CantExist	Val Total	% Costo
1	Repuestos	7.537	92,8%	19.137,0	83%	\$ 1.462.649.477	61%
2	Llantas	96	1,2%	435,0	2%	\$ 720.978.291	30%
3	Filtros	449	5,5%	1.701,0	7%	\$ 126.641.030	5%
4	Lubricantes	36	0,4%	1.801,0	8%	\$ 70.878.283	3%
		8.118	100%	23.074,0	100%	\$ 2.381.147.080	100%

Teniendo en cuenta que adicional al valor del Stock, anualmente el Costo Financiero del inventario (según el análisis financiero de la empresa) es el 8% del valor del inventario (\$190.491.766), el Costo de Almacenamiento es del 6% (\$142.868.824), el porcentaje por perdida, robo u obsolescencia es del 3% (\$71.434.412). El costo adicional del inventario actual se incrementa en \$404.795.002 en el año.

5.2 APLICACIÓN DE LA CLASIFICACIÓN ABC.

En nuestro análisis la clasificación ABC se ha distribuido de la siguiente manera:

Items A 10%

Items B 20%

Items C 70%

Los resultados Arrojados por el análisis ABC son los siguientes (Ver Anexo #):

Tabla 3. Items Tipo A:

Item	Descripción	Cant Items	Cant Artículos	Costo Total
1	REP	752	4.545	949.391.634
2	LLV	9	103	476.949.187
3	FIL	44	261	44.519.740
4	LUB	4	959	37.041.545
	TOTAL	809	5.868	1.507.902.106

Tabla 4. Items Tipo B y C:

Item	Descripción	Cant Items Cl-B	Cant Art. Cl-B	\$ Clasificación - B	Cant Items Cl-C	Cant Art. Cl-C	\$ Clasificación -C	Cant Total Items	Cant Total Artículos	Costo Total de los Artículos B - C
1	REP	1.508	5.043	300.797.905	5.277	9.549	212.459.938	6.785	14.592	513.257.843
2	LLV	19	63	141.332.237	68	269	102.696.867	87	332	244.029.104
3	FIL	90	440	37.236.841	315	1.000	44.884.449	405	1.440	82.121.290
4	LUB	7	531	20.175.043	25	311	13.661.695	32	842	33.836.738
	TOTAL	1.624	6.077	499.542.026	5.685	11.129	373.702.949	7.309	17.206	873.244.974

Para la actividad de la empresa y debido a razones como el hecho de contar con la presencia de proveedores en varias regiones y ciudades del país, los tiempos de entrega de repuestos e importaciones son predecibles (reabastecimiento Instantáneo) y por esto mismo descartaremos la variable de entrega en el análisis del pronóstico de demanda. Además se deben eliminar del inventario completamente los ítems B y C, estos ítems se comprarán solo en el momento en que se requieran y en la cantidad necesaria para consumo.

Tabla 5. Resultados al eliminar Items B y C:

Item	Descripción	%Items <	Cant Items <	%Artículos <	Cant Artículos <	% \$ <	Cant \$ <
1	REP	90%	6.785	76%	14.592	35%	\$ 513.257.843
2	LLV	91%	87	76%	332	34%	\$ 244.029.104
3	FIL	90%	405	85%	1.440	65%	\$ 82.121.290
4	LUB	89%	32	47%	842	48%	\$ 33.836.738
	TOTAL	90%	7.309	75%	17.206	37%	\$ 873.244.974

La tabla anterior nos muestra el efecto de eliminar los ítems B y C del Inventario. Solo con esta acción eliminamos el 90% de las referencias (Items) del inventario en el sistema y el 75% de la cantidad de los artículos presentes, lo que reduce también el costo administrativo que tiene que ver con el manejo de dichas cantidades. Con la eliminación de los ítems B y C reducimos el 37% del costo actual del inventario, es decir, **\$873.244.974**, pasando de \$2.381.147.080 a **\$1.507.902.106**.

5.2.1 Análisis y procesamiento de los Items A. Para el procesamiento de datos de los Items A, se decide hacer análisis mediante la herramienta informática Excel.

Se realiza el inventario Físico y se toman desde el sistema de información de la empresa, todas las salidas o consumos de los artículos mes a mes desde enero de 2.011 a marzo 2.014, es decir, para cada artículo se tienen 39 registros de salida o consumo.

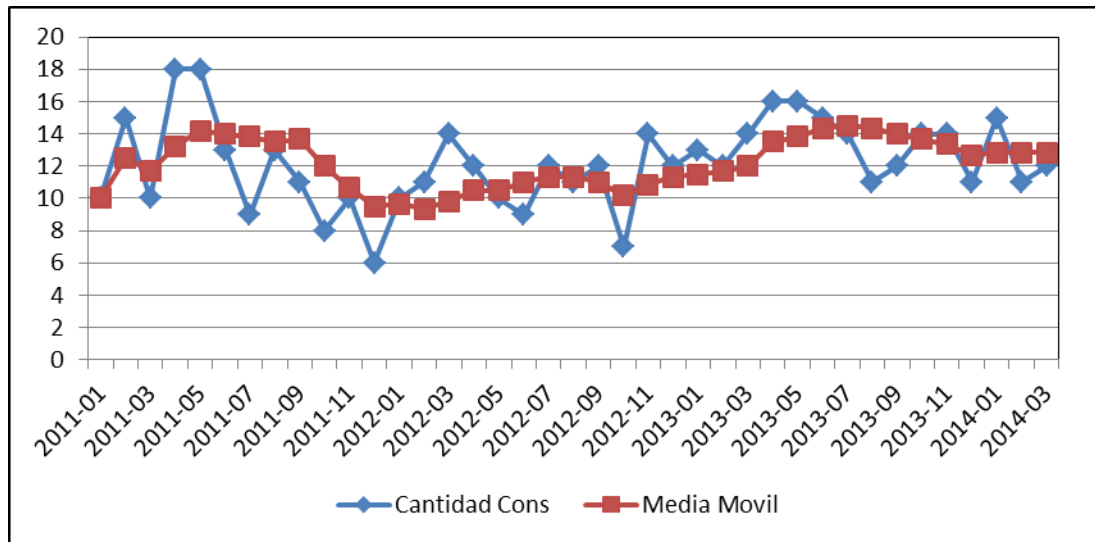
A través de la herramienta “Media Movil” en Excel, se realiza una suavización de los datos de consumo para cada artículo, de manera que se pueda mejorar la correlación entre ellos y poder buscar una tendencia lineal que nos de la proyección para los siguientes meses de los artículos que hacen parte de la Clasificación A.

En la figura 9 se muestra el comportamiento para el artículo 010980 (“FILTRO CAT 7W-2326 - P554407 ACEITE DE MOTOR”) y como se realiza la suavización en la curva que representa al mismo.

Tabla 6. Datos de consumos durante 39 meses del artículo 010980

# Dato	Mes-Consumo	Cantidad Consumo	Media Móvil
1	2011-01	10	10,0
2	2011-02	15	12,5
3	2011-03	10	11,7
4	2011-04	18	13,3
5	2011-05	18	14,2
6	2011-06	13	14,0
7	2011-07	9	13,8
8	2011-08	13	13,5
9	2011-09	11	13,7
10	2011-10	8	12,0
11	2011-11	10	10,7
12	2011-12	6	9,5
13	2012-01	10	9,7
14	2012-02	11	9,3
15	2012-03	14	9,8
16	2012-04	12	10,5
17	2012-05	10	10,5
18	2012-06	9	11,0
19	2012-07	12	11,3
20	2012-08	11	11,3
21	2012-09	12	11,0
22	2012-10	7	10,2
23	2012-11	14	10,8
24	2012-12	12	11,3
25	2013-01	13	11,5
26	2013-02	12	11,7
27	2013-03	14	12,0
28	2013-04	16	13,5
29	2013-05	16	13,8
30	2013-06	15	14,3
31	2013-07	14	14,5
32	2013-08	11	14,3
33	2013-09	12	14,0
34	2013-10	14	13,7
35	2013-11	14	13,3
36	2013-12	11	12,7
37	2014-01	15	12,8
38	2014-02	11	12,8
39	2014-03	12	12,8

Figura 7. Suavización de los datos de consumo para artículo 010980



Después de tener los datos iniciales suavizados, con la función “ESTIMACION.LINEAL” hallamos la pendiente y la intersección en “Y” de la recta que representa la tendencia lineal de la gráfica suavizada. De esta manera teniendo un comportamiento lineal para nuestro artículo podremos proyectar la demanda en los siguientes periodos de tiempo. El nivel de servicio para los

valores calculados se fijó en el 95%. De esta manera garantizamos buena confiabilidad de la existencia del repuesto en el momento en el que se requiera.

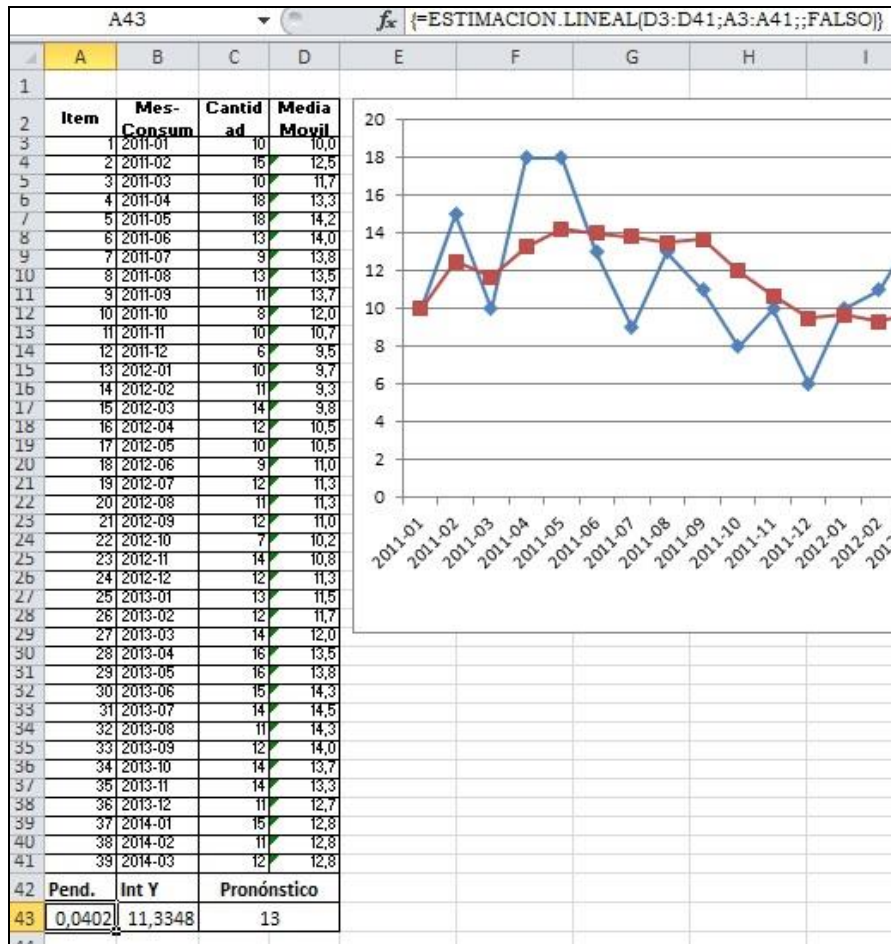
Para el caso del artículo 010980 (“FILTRO CAT 7W-2326 - P554407 ACEITE DE MOTOR”) la ecuación (ver figura 10) que nos dará su comportamiento y proyección mensual es:

$$\text{CantPron} = \text{num.period} * 0.042 + 11.3348$$

CantPron: Es la cantidad máxima pronosticada a mantener en nuestro inventario.
num.period: es el periodo que vamos a evaluar. En nuestro caso sería 40 que corresponde al mes de abril del presente año.

El resultado de la ecuación es **13**. Este es el número máximo de unidades de este artículo que se debe tener en existencias en nuestro almacén, de manera que garanticemos la demanda y no generemos un alto costo al inventario.

Figura 8. Datos, gráfica y función estimación lineal ítem 010980



Realizando el proceso de suavización de datos, hallando la pendiente e intersección en “Y” para nuestras ecuaciones y evaluando cada uno de los ítem que componen la Clasificación A de nuestro ABC, se obtienen los siguientes datos:

Tabla 7. Ítem que componen la Clasificación A de nuestro ABC

Item	Descripción	Cant-Itm	% CantRef	Cant (exist)	% CantExist	Val Total	% Costo
1	Repuestos	560	91,4%	2.544,0	68%	\$ 1.002.578.626	89%
2	Llantas	9	1,5%	41,0	1%	\$ 58.973.677	5%
3	Filtros	40	6,5%	210,0	6%	\$ 26.528.328	2%
4	Lubricante	4	0,7%	937,0	25%	\$ 39.336.436	3%
	TOTAL	613	100%	3.732,0	100%	\$1.127.417.067	100%

La siguiente tabla muestra el resultado final y estado ideal del inventario para nuestra empresa.

Tabla 8. Resultado final y estado ideal del inventario

Item	Descripción	Items Iniciales	Items Procesados	% Reducción Items	Artículos Iniciales	Artículos Procesados	% Reducción Artículos	\$ Inicial	\$ Final	% Reducción \$
1	REP	7.537	560	93%	19.137	2.544	87%	1.462.649.477	1.002.578.626	31%
2	LLV	96	9	91%	435	41	91%	720.978.291	58.973.677	92%
3	FIL	449	40	91%	1.701	210	88%	126.641.030	26.528.328	79%
4	LUB	36	4	89%	1.801	937	48%	70.878.283	39.336.436	45%
	TOTAL	8.118	613	92%	23.074	3.732	84%	2.381.147.080	1.127.417.067	53%

De acuerdo a la tabla 7 el Stock de inventario de Mantenimiento quedará reducido a:

- 613 Items, Mostrando una reducción del 92% de los ítems actuales.
- 3.732 Unidades, mostrando una reducción del 84% de las cantidades existentes.
- Un costo total de \$1.127.417.067. Reduciendo un 53% del costo actual.

Si se calculan nuevamente los costos adicionales al Inventario luego de realizar el análisis tendríamos: Costo Financiero del inventario (8%) aproximadamente **\$90.193.365**. Costo de Almacenamiento 6% **\$67.645.024**. El porcentaje por perdida, robo u obsolescencia 3% **\$33.822.512**). El costo adicional anual del inventario luego del análisis pasaría de **\$404.795.002** a **\$191.660.901**.

Para el cálculo de los puntos de reorden (PRO), definidos como el plazo de tiempo de entrega por el consumo en unidad de tiempo (en nuestro caso tomamos como unidad de tiempo el mes), definidos un promedio de tiempo estándar de entrega de 0,25 meses (es decir una semana).

Aplicando esto para nuestro artículo ejemplo (010980), tenemos:

Tiempo de entrega= 0.25 mes → Equivalente a una semana

Consumo mensual= 13 unidades

$$PRO = 0,25 \times 13 = 3,25.$$

Redondeando a la unidad mayor, tenemos que el punto de reorden para nuestro artículo es igual a 4. Es decir cuando tengamos 4 und en Stock de este artículo, debemos generar una orden de pedido por las 13 unidades que corresponden a la cantidad máxima para tener en Stock.

6. CONCLUSIONES

Al analizar información del inventario de la empresa es evidente el desgaste de recursos financieros, humanos y físicos que se tienen para mantener un gran volumen de inventario, que no ofrece ventajas para el mantenimiento de las flotas de equipos, sino que por el contrario, generan entorpecimiento y bloqueo de los procesos, requiriendo gran cantidad de espacio y tiempo para su administración.

La gran cantidad de referencias (92%) y de unidades existentes (84%) no tienen rotación en el inventario, son piezas que debido además a las deficientes condiciones de almacenamiento se deterioran y vuelven obsoletas, piezas metálicas que se oxidan, elementos plásticos que se degradan con el paso del tiempo, perdiendo sus propiedades funcionales y generando complicaciones mayores al momento de ser instalados en los equipos.

La reducción del 53% del valor del stock (más de \$1.100.000.000) genera un aporte económico considerable a la empresa. La venta de los Items que no se requieren en Stock ayuda además en un corto plazo con el flujo de caja de la empresa.

Se requiere capacitación y acompañamiento al grupo de mantenimiento, compras y de administración de los inventarios para que se cambien los hábitos de control, mejoramiento de las programaciones y eficiencia en las compras.

El análisis que aquí se plantea es una medida de impacto al control inicial del inventario que pretende optimizar el manejo y el estado del mismo. Es necesario continuar con los análisis y medidas de control que se ajusten a la realidad cambiante de la empresa para garantizar una mejora continua en el control del inventario.

7. RECOMENDACIONES

Luego de lograr la optimización del inventario planteado en esta monografía, es necesario continuar con los análisis periódicos de datos y aplicación de medidas de control en la requisición, compra, suministro y puesta en obra de los repuesto para que se ajusten a la realidad cambiante de la empresa y así obtener una mejora continua, evitando que el trabajo realizado se pierda.

BIBLIOGRAFIA

- BALLOU, Ronald H - Logística Administración de la cadena de suministro, Quinta edición, México, PEARSON EDUCACIÓN, 2004. 816 p.
- FERNANDEZ, Oscar. Mantenimiento industrial. [Consultado marzo de 2014]. Disponible en:
<http://oscarbuap.blogspot.com/2008/09/inventarios.html>
- HANSEN Don R. y MOWEN, Maryanne M - Administración de costos contabilidad y control. México D.F, Cengage learning Editores S.A, Quinta Edición, 2007. 1004 p.
- MORA GUTIÉRREZ, Luis Alberto - Mantenimiento Industrial Efectivo. Envigado Antioquia Colombia, editorial Coldi, Julio de 2012. 354 p.
- MORA GUTIÉRREZ, Luis Alberto - Pronósticos de Demanda e Inventarios. Envigado Antioquia Colombia, editorial Tipografía Grafoprint Ltda, 2009. 261 p.
- VERMOREL Joannès, enero del 2012 [consultado marzo de 2014]. Disponible en <http://www.lokad.com/es/definicion-punto-de-reorden>
- VERMOREL Joannès, enero del 2012 [consultado marzo de 2014]. Disponible en <http://www.lokad.com/es/cantidad-economica-orden-definicion-y-formula>
- VIDAL HOLGUÍN, Carlos Julio - Fundamentos de control y gestión de inventarios. Santiago de Cali, Programa Editorial. Universidad del Valle, 2010. 263 p.

ANEXOS

Anexo A.Tablas de Inventario, análisis de Pareto (ABC), media móvil y puntos de reorden. Esta información corresponde a los 8.118 items que conforman el inventario. Este anexo se puede ver completo en el CD adjunto.

ARTICULO	Demanda (Und/mes)	Valor (\$/Und)	Volumen (\$/mex)	Volumen mensual (%)	Volumen Acumulado (%)	Clasificación
011001	646,2	\$ 34.909,9	\$ 22.559.820,8	44%	44%	A
011122	213,9	\$ 37.301,0	\$ 7.980.214,2	16%	60%	
011120	148,6	\$ 39.364,0	\$ 5.850.600,7	11%	71%	
011116	19,7	\$ 176.988,0	\$ 3.485.302,2	7%	78%	B
011111	78,9	\$ 33.352,4	\$ 2.632.701,6	5%	83%	
008129	74,0	\$ 24.211,6	\$ 1.791.969,5	4%	87%	
023671	2,2	\$ 667.000,0	\$ 1.470.820,5	3%	90%	
011126	39,0	\$ 35.561,0	\$ 1.388.337,9	3%	93%	
021219	43,6	\$ 30.730,1	\$ 1.340.028,0	3%	95%	
021211	1,9	\$ 214.600,0	\$ 407.189,7	1%	96%	
011215	4,3	\$ 53.995,4	\$ 233.980,2	0%	96%	C
011128	10,0	\$ 22.465,4	\$ 224.077,5	0%	97%	
019943	1,8	\$ 118.403,5	\$ 209.483,2	0%	97%	
021368	1,8	\$ 99.634,3	\$ 181.385,6	0%	98%	
011165	84,6	\$ 1.848,8	\$ 156.484,3	0%	98%	
008149	10,4	\$ 11.999,0	\$ 124.605,4	0%	98%	
011129	0,3	\$ 440.000,0	\$ 124.102,6	0%	98%	
011112	3,2	\$ 36.981,0	\$ 119.477,2	0%	99%	
011162	2,1	\$ 54.810,0	\$ 116.646,9	0%	99%	
022114	2,4	\$ 45.631,5	\$ 111.153,5	0%	99%	
011224	0,2	\$ 472.687,9	\$ 96.961,6	0%	99%	
011105	1,5	\$ 52.000,0	\$ 76.000,0	0%	99%	
021149	1,6	\$ 33.489,8	\$ 53.240,2	0%	100%	
011107	5,5	\$ 8.861,2	\$ 48.736,8	0%	100%	
021582	0,8	\$ 44.667,7	\$ 36.650,4	0%	100%	
023657	0,0	\$ 1.014.000,0	\$ 26.000,0	0%	100%	
007785	3,3	\$ 7.000,0	\$ 22.974,4	0%	100%	
011184	0,6	\$ 33.502,4	\$ 21.475,9	0%	100%	
008164	0,4	\$ 53.347,5	\$ 19.150,4	0%	100%	
023398	0,3	\$ 51.427,7	\$ 13.186,6	0%	100%	
008179	0,9	\$ 13.000,0	\$ 11.333,3	0%	100%	
008269	0,2	\$ 33.000,0	\$ 7.615,4	0%	100%	
011106	0,2	\$ 20.000,0	\$ 4.615,4	0%	100%	
008427	0,1	\$ 24.500,0	\$ 3.141,0	0%	100%	
011159	0,2	\$ 4.590,1	\$ 941,6	0%	100%	
011223	0,1	\$ 9.853,0	\$ 757,9	0%	100%	